

EFEITOS DA RADIAÇÃO EM TECIDOS BIOLÓGICOS NA FLUOROSCOPIA

JHULIELSON MARTINS DA CONCEICAO¹
MARÍA DE NAZARE DOS
SANTOS SILVA²
ALINE DE SOUZA CANTUÁRIA³
DIENE CONCEIÇÃO POIARES
ARANHA⁴
ETIANE PRESTES BATIROLA ALVES⁵
ELINE MESQUITA MELO⁶

RESUMO

Este artigo aborda a radioatividade e seus efeitos nos tecidos biológicos humanos. O objetivo é analisar os impactos da exposição à radiação, para criar estratégias de proteção. Essa pesquisa aprofundará a compreensão dos efeitos da radiação ionizante e ajudará a estabelecer diretrizes mais precisas para limitar a exposição em diversos ambientes, incluindo o ocupacional, médico e ambiental, com a pesquisa quantitativa sendo fundamental para avaliar riscos e tomar medidas preventivas eficazes.

Palavras-chave: Radiação; Fluoroscopia; Tecidos biológicos.

ABSTRACT

This article addresses radioactivity and its effects on human biological tissues through quantitative research. The goal is to analyze the impacts of radiation to assess risks and develop protective strategies. This research will deepen the understanding of the effects of ionizing radiation and help establish more precise guidelines to limit exposure in various environments, including occupational, medical, and environmental settings, with quantitative research being essential for assessing risks and implementing effective preventive measures.

Keywords: Radioation; Fluoroscopy; Biological tissues.

¹Discente do Curso de Tecnologia em Radiologia do UNIFAMAZ

²Discente do Curso de Tecnologia em Radiologia do UNIFAMAZ

³ Tecnóloga em Radiologia; Especialista em Imaginologia com ênfase em Medicina Nuclear e Radioterapia; Mestrado Profissional em Ensino em Saúde - Educação Médica

⁴ Tecnóloga em Radiologia; Especialista em Microbiologia; Mestrado em Virologia

⁵ Graduação em Odontologia; Mestrado em odontologia; Especialista em Saúde da Família

⁶ Tecnóloga em Radiologia; Mestrado em Neurociências e Biologia Celular

1. INTRODUÇÃO

A radiação é uma fonte de energia amplamente utilizada em diversas aplicações, desde a medicina diagnóstica e terapêutica até a indústria. A exposição à radiação abrange uma variedade de tipos, desde as radiações ionizantes até as nucleares. As radiações ionizantes, como raios-X, podem liberar elétrons, causando ionização, o que pode resultar em danos biológicos quando em exposição prolongada ou em altos níveis. Por outro lado, a radiação nuclear refere-se às partículas e radiações emitidas por núcleos instáveis, incluindo radiação alfa, beta e gama. (SOUSA, 2020).

A exposição a esses tipos de radiação está diretamente relacionada à quantidade de radiação absorvida, e a avaliação dos níveis de radiação é fundamental para entender o potencial risco biológico. A exposição constante a baixos níveis de radiação natural, que inclui a radiação por micro-ondas e elementos radioativos presentes no ambiente, é uma ocorrência comum na vida cotidiana. No entanto, o potencial perigo biológico associado à radiação está relacionado à quantidade de radiação a que uma pessoa é exposta. A radiação ambiental, proveniente de elementos radioativos como urânio, tório e o isótopo radioativo de potássio (K-40), pode variar em intensidade dependendo do local de residência e das atividades diárias. (KNOLL, 1979).

A quantidade de radiação é fundamental para avaliar o risco, uma vez que a exposição excessiva à radiação pode danificar os tecidos biológicos e aumentar a probabilidade de efeitos adversos. Portanto, embora a radiação ambiental seja uma parte inevitável da nossa exposição diária, é crucial monitorar e controlar os níveis de exposição para garantir que permaneçam dentro de limites seguros. A quantidade de radiação é um determinante essencial para entender como a radiação pode afetar biologicamente o ser humano e quais precauções devem ser tomadas para minimizar os riscos associados à exposição excessiva. (KNOLL, 1979).

2. DESENVOLVIMENTO

A exposição às radiações ionizantes pode resultar em efeitos prejudiciais nos tecidos biológicos, tanto de forma imediata quanto tardia. A cientista e ganhadora do Prêmio Nobel, Marie Curie, contribuiu significativamente para a compreensão desses efeitos, demonstrando os riscos associados à exposição à radiação ionizante em seus estudos pioneiros sobre radioatividade. É notável mencionar que Marie Curie, que fez importantes descobertas na área da radioatividade, sofreu com problemas de saúde e acabou falecendo devido à exposição prolongada a altos níveis de radiação ao longo de sua carreira (NOGUEIRA, 2021).

Nas tabelas 1 e 2 tem estimativas de quantidades de radiação que podem ser absorvidas pelos tecidos do corpo humano antes que ocorram reações adversas. Essas estimativas são baseadas nas diretrizes da ICRP, uma organização que estabelece normas para proteção contra radiação. No Brasil, a Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) é responsável por garantir que essas normas internacionais sejam seguidas e regulamentadas para garantir um uso seguro de radiação ionizante. Em outras palavras, essas tabelas ajudam a determinar limites de exposição seguros para proteger as pessoas da exposição prejudicial à radiação. (SOUSA, 2020; Norma CNEN NN 3.01).

TABELA 1- Limiares de dose para reação tecidual em humanos adultos. "Gy é a unidade da dose de radiação absorvida, denominada de Gray, J/kg por quilograma)

Tecido	Efeito	Limiar de dose	
		Dose única aguda (Gy*)	Dose alta total
Testículo	Esterilidade temporária	1,15	Não aplicável
	Esterilidade permanente	3,5 – 6,0	Não aplicável
Ovário	Esterilidade	2,5 – 6,0	6,0
Cristalino	Opacificação de cristalino	0,5 – 2,0	5,0
	Catarata	0,5	>8,0
Medula óssea	Depressão hematopoiética	0,5	Não aplicável

Fonte: OKONU, 2010.

TABELA 2- Limiares de dose para ocorrência de lesões napele de pacientes humanos submetidos a procedimento guiado por fluoroscopia.

Efeito	Limiar aproximado de dose (Gy)	Tempo de aparição dos efeitos
Eritema irritado transiente	2	2 – 24 horas
Depilação temporária	3	Aproximadamente 3 semanas
Depilação permanente	7	Aproximadamente 3 semanas
Escamação seca	14	Aproximadamente 4 semanas
Escamação úmida	18	Aproximadamente 4 semanas
Ulceração secundária	24	>6 semanas
Necrose dérmica isquêmica	18	>10 semanas
Necrose dérmica	>12	>52 semanas

Fonte: CANEVARO, 2009.

2.1 FLUOROSCOPIA

A fluoroscopia é uma técnica de imagem médica que envolve a projeção contínua de raios-X em tempo real, permitindo a visualização dinâmica de estruturas internas do corpo durante procedimentos cirúrgicos. Essa técnica é extremamente valiosa em cirurgias, pois fornece aos cirurgiões informações em tempo real, ajudando-os a avaliar e tomar decisões precisas durante o procedimento, para um diagnóstico favorável. Primeiramente, ela envolve a exposição à radiação ionizante, o que pode ser prejudicial para pacientes e equipe médica se não for usada com cuidado. O uso excessivo de radiação, seja pela intensidade dos raios-X ou pela duração prolongada do procedimento, pode resultar em uma exposição excessiva, aumentando o risco de efeitos adversos, como danos aos tecidos e aumento do risco de câncer para os pacientes (MARTINS e DE PAULA, 2011).

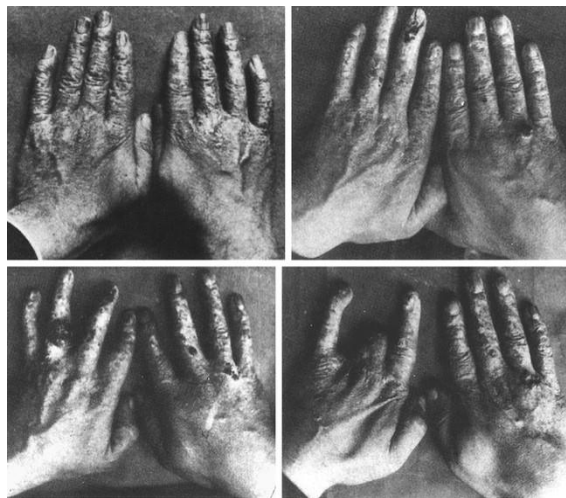


FIGURA 1 — Imagem representa lesões determinísticas e estocásticas nas mãos de profissionais de saúde dos anos de 1900, com lesões, dermatites e amputações causadas pelo uso inadequado e ausência de proteção no uso de aparelhos de raios-x e fluoroscopia (Fonte: ADLER e CARLTON, 2015).

2.2. EFEITOS ESTOCÁSTICOS

Os efeitos estocásticos da exposição à radiação são caracterizados por surgir após um longo período de exposição, com um intervalo de tempo imprevisível que pode variar consideravelmente entre as pessoas afetadas. Quanto maior a exposição à radiação, maior a probabilidade e a gravidade desses efeitos, embora mesmo uma única mutação em uma célula possa ser suficiente para causar danos. Um aspecto importante dos efeitos estocásticos que não há um limite claro de dose abaixo do qual se está completamente seguro. Mesmo uma exposição muito pequena à radiação pode, ao longo do tempo, contribuir para o risco de efeitos estocásticos (SEARES e FERREIRA, 2002).

2.3. ACIDENTE DE GOIÂNIA

O acidente radiológico em Goiânia, que envolveu o cesio-137, é um exemplo clássico dos efeitos estocásticos da exposição à radiação. No caso desse acidente, um aparelho de radioterapia abandonado foi desmontado, expondo o cesio-137 radioativo. Muitas pessoas em Goiânia foram expostas a níveis significativos dessa substância radioativa, resultando em uma série de casos de contaminação e exposição à radiação (SCHUMANN e BERWÍG, 2013)



FIGURA 2 - Odesson teve parte de dois dedos amputados e realizou uma operação de enxerto na mão (GOVERNO DO ESTADO DE GOIÁS, 1987).

Entre 30 de setembro e 20 de outubro de 1987, durante um acidente, várias pessoas foram expostas à radiação. As doses estimadas variaram de 4,5 a 6,0 Gy, todas expostas em 30 dias. As necrópsias revelaram infecção generalizada, septicemia e hemorragias graves, causando danos severos nos órgãos internos. (OKUNO, 2019).

Um total de 112.800 pessoas foram monitoradas pela CNEN, com 1.000 delas sendo expostas externamente a doses de radiação variando de 0,2 mGy a 10 mGy. Além disso, 250 pessoas foram contaminadas tanto externamente quanto internamente, resultando em 49 internações, das quais 21 necessitaram de atendimento intensivo, com 4 casos fatais (OKUNO, 2019).

Os efeitos estocásticos desse acidente não eram imediatamente aparentes. No entanto, com o passar do tempo, algumas das pessoas expostas desenvolveram câncer devido à radiação absorvida. Esses efeitos ocorreram de maneira estocástica, ou seja, não havia um padrão definido para quando e em quem o câncer surgiria. Além disso, a gravidade dos casos variou entre os indivíduos afetados, como esse trágico evento demonstra vividamente como a exposição à radiação, mesmo em níveis moderados, pode ter consequências significativas e imprevisíveis ao longo do tempo (INCA, 2021).

3. DISCUSSÃO

Ao longo dos anos, nossa compreensão da radiação evoluiu, mas ainda não alcançamos uma total proteção contra seus efeitos. A proteção radiológica, com limites de dose estabelecidos, desempenha um papel crucial na prevenção de patologias e na garantia da segurança. A busca contínua pelo aprimoramento é essencial para proteger a saúde pública e os profissionais expostos à radiação.

4. CONCLUSÃO

Em um mundo onde a exposição à radiação é uma realidade em diversas áreas, desde a medicina até a pesquisa científica, a segurança e a radioproteção assumem uma importância crucial. A existência de rigorosas regras e normas visa garantir a proteção de todos os envolvidos e do público em geral, minimizando os riscos à saúde e criando ambientes de trabalho seguros. Entretanto, essas diretrizes só são eficazes se acompanhadas por

treinamentos abrangentes e contínuos, que conscientizem os profissionais sobre os perigos da radiação e promovam práticas seguras. A Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) desempenha um papel vital nesse cenário, regulamentando e fiscalizando atividades com radiação ionizante, assegurando que os padrões de segurança permaneçam. Treinamentos mensais em radioproteção, especialmente no contexto da fluoroscopia, bem como a conscientização contínua das equipes, são essenciais para manter a segurança. Além disso, a correta gestão do descarte de equipamentos com materiais radioativos, confiada a empresas especializadas autorizadas, requer projetos de treinamento para garantir a preparação adequada e o acesso a uma lista de empresas regulamentadas, a fim de evitar acidentes prejudiciais à saúde pública.

Em última análise, a busca constante por aprimorar treinamentos, conscientizar os profissionais e atualizar regulamentos é crucial para garantir a segurança de todos os indivíduos expostos à radiação e a proteção contínua da saúde pública em nosso mundo cada vez mais tecnológico e orientado pela ciência.

5. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICAS:

- SILVA, José Alencar Gomes. Ambiente, trabalho e câncer: aspectos epidemiológicos, toxicológicos e regulatórios / Instituto Nacional de Câncer. Janeiro: INCA, 2021.
- KNOLL, G. F. Radiation detection and measurement. New York, 1979.
- OKUNO, E.; YOSHIMURA, E. M. Física das radiações. São Paulo: Oficina de Textos, 2010.
- BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. Norma CNEN NN 3.01 de 03/2014.
- MARTÍNS, Cassiano; DE PAULA, Valnir. Doses de exposição à radiação em pacientes submetidos a exames de fluoroscopia. *Disciplinarum Scientia| Naturais e Tecnológicas*, v. 12, n. 1, p. 77-88, 2011.
- ADLER, A. M.; CARLTON, R. R. Introduction to Radiologic and Imaging Sciences and Patient Care. E-Book. Elsevier Health Sciences, 2015.
- SCHUMANN, Berta; BERWÍG, Juliane Altmann. O desastere radiológico do césio 137: Lições após 30 anos da sua ocorrência. *Revista Direito, Estado e Sociedade*, n. 54, 2019.9-FUÍNÍ, Silvana Cruz et al. Qualidade de vida dos indivíduos expostos ao césio-137, em Goiânia, Goiás, Brasil. *Cadernos de Saúde Pública*, v. 29, p. 1301-1310, 2013.
- OKUNO, E. Os efeitos biológicos do acidente com o césio-137 em Goiânia, LABJOR, 2019.
- SEARES, M. C.; FERREIRA, C. A. **A importância do conhecimento sobre radioproteção pelos profissionais da radiologia**. CEFET, Núcleo de Tecnologia Clínica, Florianópolis, 2020.
- CANEVARO, L. Aspectos físicos e técnicos da Radiologia Intervencionista. *Revista Brasileira de Física Médica*, v. 3, n. 1, p. 101-115, 2009.
- SOUSA, Mariana. Efeitos biológicos da radiação e radioproteção – uma revisão sistemática, 2020
<https://www.saude.go.gov.br/cesio137goiania>
<https://super.abril.com.br/historia/marie-curie-a-polonesa-mais-brilhante-do-mundo/>. NOGUEIRA, Salvador Nogueira. Atualizado em 19 abr 2021, 12h34 - Publicado em 2 mar 2018, 19h44.